1921. XXVIII, (1–4).

Tartu Ülikooli
juures oleva
Loodusuurijate Seltsi aruanded.

Sitzungsberichte
der
Naturforscher-Gesellschaft
bei der Universität Dorpat

redigiert von

Prof. Dr. A. Paldrock.



Tartus — 1922 — Dorpat.
Verlag der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat.
Druck von C. Mattiesen in Dorpat.

II.

Wissenschaftlicher Teil.

Die Lebensformen der Holzgewächse an der polaren Wald- und Baumgrenze.

Von Konstantin Regel.

Mit 17 Figuren.

In einer früheren Arbeit (1920) habe ich darauf hingewiesen, dass nur durch das Studium der einzelnen Associationen und der Lebensbedingungen der Pflanzenwelt in der Tundra und dem Waldgebiete, das Problem des gegenwärtigen Verlaufes der polaren Waldgrenze gelöst werden kann. Denn obwohl nun Brockmann-Jerosch (1919) und Kihlman (1899) gezeigt haben, dass diese Grenze vor allem durch klimatische Verhältnisse bedingt ist, obwohl wir streng zwischen der polaren Grenze der geschlossenen Wälder und der polaren Grenze der Bäume unterscheiden müssen, so gibt es dennoch eine Menge Fragen, welche nur durch eingehendere Untersuchungen gelöst werden können. Wir wissen z. B. nicht, wie der Uebergang von Wald zur Tundra vor sich geht, wir sind wenig über den Kampf zwischen diesen Pflanzenvereinen, sowie auch über die Ursache des Zurückweichens der Wälder unterrichtet, uns fehlt es auch fast vollständig an Vergleichen zwischen der polaren und alpinen Waldgrenze.

Vorliegende Arbeit will einen Baustein zur Lösung dieser Fragenkomplexe liefern, und zwar auf Grund einiger Beobachtungen des Verfassers auf der Halbinsel Kola.

Als Holzgewächse wollen wir hier sämtliche Pflanzen mit verholzten oberirdischen Teilen ansehen, wobei wir uns bei der Umgrenzung der einzelnen Lebensformen vor allem an Warming (1917) anlehnen wollen, und uns jeglicher Erörterungen bei der Unterscheidung von Baum und Strauch enthalten wollen.

Wir unterscheiden nun an der polaren Waldgrenze auf der Halbinsel Kola vor allem Nadel- und Laubhölzer. Es wäre wohl natürlicher, wenn wir in jeder dieser Gruppen Licht- und Schattenbäume unterscheiden würden, je nachdem die Bäume einzeln oder im dichten Bestande aufgewachsen sind, doch ist in Bezug auf den Einfluss dieses Faktors, zumal im Norden, zu wenig bekannt[1]). Jedenfalls muss man aber bemerken, dass die Wälder an ihrer polaren Grenze sehr licht sind[2]) und infolgedessen der Einfluss des dichten Bestandes auf die Physiognomie der Bäume weniger ausgeprägt sein kann, als z B. in Mitteleuropa.

Auch der Einfluss des Bodens und der übrigen Standortsfaktoren ist noch zu wenig bekannt, weshalb ich es auch vorziehe vorderhand die einzelnen Arten getrennt auf ihre Lebensformen hin zu untersuchen.

I. Nadeltragende Bäume.

Picea.

Über die systematische Stellung siehe Regel 1920, 1921. Die Fichte ist äusserst plastisch in ihrer Form, da sie nicht nur Bäume, sondern auch Hochbüsche und Spaliersträucher bilden kann. Auf Kola habe ich folgende Baumformen beobachtet.

1) Die Pyramidenfichte (Fig. 1) mit pyramidaler Krone und allmählich sich nach oben verschmälerndem Stamme. Sehr selten an der polaren Waldgrenze und nur in Flusstälern vorkommend, sonst überall in Europa verbreitet und in niederen Breiten vorherrschend.

2) Die Cylinderfichte (Fig. 3). Untere Äste kurz, wenig länger oder gleichlang wie die oberen. Gerader, allmählich sich nach oben verschmälernder Stamm, meist mit 2—3fach gespaltenem Wipfel. Überall auf Kola verbreitet und innerhalb des Waldgebietes ganze Wälder bildend. In anderen Gegenden in finnisch Lappland (Hult 1898 pag. 6), schwedisch Lappland (Birger 1904 pag 53), Norwegen (Schübeler 1886 pag. 406), in den Gegenden östlich vom Weissen Meere (Tanfiljef 1912 pag. 198) beschrieben und z. T. abgebildet. Kommt auch in südlicheren Gegenden,

---

1) Siehe z. B. Heering (1906 pag. 292), welcher Bäume die im geschlossenen Bestande wachsen und Solitäre, oder im Freistande aufgewachsene, unterscheidet.

2) Siehe Regel (1921).

wie z. B. an der Eisenbahn Wologda-Archangel vor, wird auch in den Alpen (Arnold Engler 1903, Schröter 1898 pag. 226) unter dem Namen „Spitzfichte" beschrieben. Die Form der Cylinderfichte ist sicher epharmonisch bedingt, nur kennen wir die massgebenden Aussenfaktoren nicht. Möglicherweise ist es eine, den niederen Temperaturen des Nordens oder der Berghöhen angepasste Kälteform (Engler) oder auch eine Lichtform, welche durch die besonderen Beleuchtungsverhältnisse hervorgerufen ist (Siehe z. B. Wiesner 1907)

3) Die Fichte mit kegelförmigem Stamme (Fig. 3). Stamm dick, kurz, sich schnell nach oben hin verjüngend, daher kegelförmig, häufig 2—3 wipfelig. Äste oben, und häufig an der der herrschenden Windrichtung zugekehrten Seite, absterbend, daher unregelmässige zerrissene Krone. Untere Äste häufig dem Erdboden angedrückt und hier wurzelnd. Überall auf den Waldinseln inmitten der Tundra. Ohne zweifel eine Kälteform oder Lichtform. Abgebildet bei Kihlman (1890, Taf. 2 uud 9).

4) Die Moorfichte (Fig. 4). Stamm niedrig, ca. 0.5 m hoch, absterbender Gipfel, lange, an der Erde wurzelnde, Äste, so dass der Baum flach zusammengedrückt aussieht. Auch kommen höhere Bäume von 1—2 m. Höhe vor, welche einen Übergang zur Cylinderfichte bilden. Ist überall auf Kola auf Sphagnummooren (*Sphagneta piceosa*) verbreitet, wird aber, wenn auch anders gestaltet, aus niederen Breiten beschrieben, wie z. B. Estland (Berg 1887 pag. 20)[1], Ostpreussen (Caspary 1874, Tafel III—V), Schweiz (Schröter 1898 pag. 229). Epharmonisch wohl durch Feuchtigkeit und niedere Bodentemperatur, vielleicht auch das späte Auftauen des Bodens im Frühling, bedingt. Siehe auch Regel 1920 (1915) pag. 9.

5) Die Fahnenfichte (Fig. 5). Stamm niedrig, ca. 2 m. hoch; Äste einseitig gerichtet und der herrschenden Windrichtung abgewandt. Die übrigen, dem Wind zugewandten, Äste sterben ab.

1) Diese Fichten stellen sicher nur eine durch grosse Bodenfeuchtigkeit hervorgerufene Form dar. Mehrere, im Mai 1921 aus einem Sphagnummoor in Sagnitz (südlich von Dorpat) in den Dorpater Botanischen Garten verpflanzte Fichten zeigten schon nach wenigen Monaten aufrechte Triebe. Der nach unten gekrümmte Wipfel blieb gebogen, wie er war, jedoch der oberste Seitenast richtete sich auf und wuchs in die Höhe. Weiter konnte der Vorgang nicht mehr beobachtet werden.

Kommt nur an der Meeresküste vor, bildet nie Bestände, sondern wächst am Rande des Nadelwaldes. Häufig an der Terschen Küste zwischen Umba und Kusomen, mit nach Norden gerichteten Zweigen, auf den Solowetzki Inseln auch mit nach Süden gerichteten Ästen (Pohle 1912 pag. 99), je nach der Lage der Küste. In Dänemark von Warming (1917 pag. 218) beschrieben. Typische Windform.

Pinus.

Die Kiefer ist auf Kola ihrer Form nach bedeutend weniger plastisch als die Fichte. Wir können nur folgende Formen unterscheiden.

1. Die Pinienform (Fig. 6). Stamm gerade, aufrecht, bis zu 15 m. hoch; Krone stark verzweigt, rund, breit. Erinnert sehr an die in südlicheren Breiten an freien Stellen (nicht im Walde) wachsenden Kiefern und ist ihnen vielleicht in ökologischer Beziehung analog, da die nordischen Kiefernwälder durch äusserst geringe Dichte des Baumbestandes ausgezeichnet sind. Möglicherweise ist die nordische Pinienform als eine Lichtform der Kiefer aufzufassen. Auf Kola ganze Wälder bildend und vorherrschend.

2. Die Moorkiefer (Fig. 7). Niedriger Wuchs (1—2 m. hoch), kleine flache Krone. An der polaren Waldgrenze auf Kola wenig verbreitet, da auf Sphagnummooren überall die Moorfichte vorherrscht, und ist nur im westlichen Teile, bei Umba, in grösserer Menge beobachtet worden. Im Gegensatz dazu wächst sie überall auf den Mooren südlicherer Gegenden und wird sogar als besondere var. *turfosa* der *Pinus silvestris* beschrieben. (Ascherson und Graebner Synopsis I pag. 340).

II. Laubbäume.

Folgende mikrofyle (Raunkiaer 1916) Laubbäume kommen auf der Halbinsel Kola vor: *Betula tortuosa* Led. und die var. *Kusmischeffii* Rgl., *Betula verrucosa* Ehr., *Populus tremula* L., *Sorbus glabrata* Hedl., *Sorbus aucuparia* L., *Salix caprea* L., mesofyle Laubbäume (*Quercus, Ulmus, Tilia* u. a.) fehlen. An Lebensformen lassen sich folgende beobachten.

1. Die typische Waldform (Fig. 8). Stamm gerade, Krone dicht, breit, hoch, häufig 2—3 Stämme, bis zu 12 m. Höhe. Von allen Baumarten gebildet. Bestände bildend. Birkenwälder

auf Alluvialböden (*Betuleta herbosa*); dichte Fichtenwälder mit Birke gemischt.

2. Die Obstbaumform (Fig. 9—10). Stamm (häufig 2—3—4 stämmig) kurz, krumm, häufig gewunden, bis zu 6—7—8 m. Höhe. Äste sparrig, nicht herabhängend. Erinnert von weitem an kleine Apfel- und Kirschbäume. Nur von der Birke gebildet. Charakteristisch für die lichten Laub- und Mischwälder an der polaren Waldgrenze. Associationen: *Betuletum corneoso-myrtillosum*, *Piceto-Betuletum corneoso-myrtillosum* u. a. [1]). Charakteristisch für die ganze Tersche Küste von Sossnowets bis Tschawanga, die Murmanküste, die obere Warsuga und den unteren und mittleren Ponoi.

Scheint auf den Solowetzki-Inseln vorzukommen (Pohle 1912 pag. 12), östlich vom Weissen Meere (Tanfiljef 1912 pag. 12), in schwedisch Lappland (Tengvall 1918 pag. 175). Wohl als eine Kälte- und Lichtform aufzufassen.

3. Die Moorform (Fig. 11). Stamm gerade, cylindrisch, ca. 5—6 m. hoch, dick. Krone kugelförmig, dicht. Nur von *Betula tortuosa* gebildet. Hie und da auf tiefem Sphagnummoore mit dichtem *Rubus chamaemorus* Teppich als Feldschicht (*Betuletum chamaemorosum* (siehe Regel 1920 (1915) pag. 8). Wahrscheinlich durch Nässe des Bodens bedingte Form.

III. Die Nadelhochgebüsche.

Juniperus nana Willd. und *Juniperus communis* L., ca. 1—1,5 m. hoch. Reine Bestände am Meeresstrande bildend, besonders charakteristisch bei Kaschkarantsy und Tetrino ausgeprägt. Auch als Unterholz im Nadelwalde.

Pinus lapponica tritt äusserst selten strauchbildend auf, und wird nur von Kihlman (1890 pag. 75) vom Lujawr-Urt-Gebirge als 5—8 dez. hohes Knieholz angeführt. Bedeutend häufiger ist die strauchförmige Fichte, welche an dem Winde stark exponierten Lokalitäten, längs der Waldgrenze, vorkommt, ca. 1 m. Höhe erreicht, und meist eine glattgeschorene Oberfläche, über welcher vereinzelte, 2—3 m. hohe, Triebe emporragen, besitzt. Abgebildet bei Kihlman (1890, Taf. 10), Brockmann-Jerosch (1919, Taf. pag. 48—49 (*Picea Engelmanni* aus den Rocky Mountains).

1) Genaue Aufzeichnungen noch nicht veröffentlicht.

In den Alpen von Schröter (1898 pag. 223) beschrieben. Auf Kola häufig beim Dorfe Ponoi wachsend. In ökologischer Beziehung ist die strauchförmige Fichte eine Kälte- und Windform, inwieweit bei *Juniperus communis* die Strauchform epharmonisch bedingt ist, lässt sich schwer beurteilen.

In der Nähe der menschlichen Wohnstätten trifft man auf Kola häufig strauchförmige Fichten, welche dadurch entstanden sind, dass ihre Gipfeltriebe mehrfach abgehauen wurden, da im Winter die Fichtenwipfel zur Bezeichnung der Richtung auf den Postwegen dienen. Bei den auf diese Weise verkrüppelten Bäumen treiben zahlreiche, nach oben wachsende Seitentriebe, wodurch der Baum Strauchform erlangt. Es sind künstliche durch Menschenhand hervorgerufene Sträucher.

Tischförmige Nadelhochgebüsche kommen hie und da an der polaren Waldgrenze (z. B. am Mittellaufe des Ponoi) vor, von *Juniperus* und *Picea* gebildet.

IV. Laubabwerfende Hochgebüsche.

Gebildet von *Betula tortuosa* Ledb., *Ribes pubescens* Sw., *Ribes glabellum* Trautv. et Meyer, *Ribes nigrum* L., *Lonicera coerulea* L., *Salix*-Arten, *Daphne Mezereum* L.[1]).

Bei den meisten hier angeführten Arten ist die Form des Hochgebüsches eine erblich fixierte Eigentümlichkeit, wie z. B. bei den *Ribes*-Arten, *Lonicera*, *Salix*-Arten, während sie bei anderen — *Betula tortuosa*, ein typisches Anpassungsmerkmal ist und ökologisch durch verschiedene Ursachen bedingt sein kann.

1. Die strauchförmige Birke (Fig. 12). Verbreitet auf Kola längs der ganzen polaren Baumgrenze (Ponoi, Teriberka, Charloffka, Alexandrowsk, Oserko) und den angrenzenden Gebieten von Finnland und Schweden (Hult 1898, Sylvén 1904 pag. 5), wo sie in der Birkenzone bestandesbildend auftreten kann. Östlich vom Weissen Meere nach Schrenk (1848—54).

2. Die tischförmige Birke (Fig. 13) ist eine Windform der strauchförmigen Birke und ist ebenfalls an der polaren Waldgrenze verbreitet. Sie ist der strauchförmigen resp. tisch-

1) Warming (1917) zieht sie zu den Zwergsträuchern ohne Ausläufer (siehe unten), in ökologischer Hinsicht gehört sie jedoch meiner Meinung nach eher zu den Hochgebüschen.

förmigen Fichte analog, hat eine Höhe von 1—1.5 m., eine ebene tischförmige Oberfläche und bildet kaum bemerkbare Übergänge zur Obstbaumform und Strauchform. Wir finden sie auf Kola entweder Bestände-bildend — *Betuleta corneoso-myrtillosa* und *Betuleta cladoniosa* oder auch in den Associationen der trockenen Tundra — den *Cladonieta betulosa.* Wird auch von Kihlman beschrieben und abgebildet (1890 pag. 73), und kommt nach meinen Beobachtungen überall an der Meeresküste oder sonst am Rande der Tundra vor.

V. Mesophile Halbsträucher.

(Schösslingssträucher, Drude, 1913 pag. 59). Verholzter Wurzelstamm, aus welchem jährlich Blätter und Blüten tragende Sprosse von begrenzter Lebensdauer emporwachsen. Auf Kola nur *Rosa cinnamomea* L. und *Rubus idaeus* L., aber keine Bestände bildend.

VI. Zwergsträucher ohne Ausläufer (Fig. 14)

Siehe Warming (1917 pag. 23). Höhe bis 0.5 m. Blätter leptofyl oder nanofyl (Raunkiaer 1916). Kriechende Ausläufer fehlen, nicht selten jedoch überwachsen die unteren Äste mit Moos (z. B. *Sphagnum*, *Polytrichum*) und werden vollständig von der Moosdecke bedeckt. Sie erlangen hierbei einige Ähnlichkeit mit der Form der Zwergstäucher mit kriechenden Ausläufern, Abbildung bei Lindman (1914 pag. 255).

Bestände bilden:

Betula nana L.[1]) überaus häufig in vielen Associationen (*Betuletum nanae*) bis zur Küste des Eismeeres.

Calluna vulgaris (L.) Salisb. — bedeutend weniger verbreitet. Associationen: *Callunetum vulgaris* u. a.

Phyllodoce taxifolia Salisb., nördlich von der polaren Waldgrenze kleine Bestände bildend. Siehe Hult (1887 pag. 177).

Keine Bestände bilden:

Cassiope tetragona (L.) Doss., im Gegensatz zu Grönland,

Daphne Mezereum L., siehe oben Seite 6).

---

1) Die grossblättrige Form der *Betula nana* im Gegensatz zur kleinblättrigen, welche später angeführt werden wird. Beide lassen sich nur schwer von einander abgrenzen. Sie ist auf Kola 0.3—0.5 m. hoch.

VII. Die Zwergsträucher mit Ausläufern (Fig. 15).

Siehe Warming (1917 pag. 23). Stämme bis zu 0.5 m. höhe. Bei *Salix herbacea*, *Salix polaris* fehlen die öberirdischen Triebe, die Pflanze daher gleichsam in die Erde versenkt, und nur Blätter und Blüten über der Erdoberfläche. Bei *Ledum palustre* und *Vaccinium uliginosum* statt Ausläufer lange unterirdische Zweige.

Bestände bilden:

Vaccinium Myrtillus L., *Vaccinium uliginosum* L., *Vaccinium vitis idaea* L.

Associationen: *Vacciniietum Myrtilli*, *Vaccinietum uliginosi* u. a.

Salix herbacea L. Association: *Salicetum herbaceae.*

Andromeda polifolia. Association: *Andromedetum polifoliae.*

Keine Bestände bilden

Ledum palustre L., *Cassandra calyculata* (L.) Doss., *Salix polaris* Wahlenb.

Die Lebensform der Zwergsträucher mit kriechenden Ausläufern ist überall in der subarktischen Zone in geschlossenen Pfanzenvereinen verbreitet, teils im Gebiete der Wälder, teils in der Tundra, doch meist in enger Verbindung mit Moosen — *Sphagnum*, *Hypnum*, *Hylocmium*, oder auch mit Strauchflechten (*Cladonia*-Arten).

VIII. Die Spaliersträucher (Fig. 16).

Siehe Warming (1917 pag. 129). Sprosse an den Boden gedrückt, horizontal, plagiothrop, in der Erde wurzelnd. Xerophile Struktur. Charakteristisch für die offenen Pflanzenvereine des waldlosen Gebietes und des Meeresstrandes. Gleichsam einen Übergang zu den Zwergsträuchern bildet *Empetrum nigrum*, das in geschlossenen Pflanzenvereinen wachsend, aufrechte Zweige trägt, welche von den horizontal am Boden liegenden Sprossen nach oben streben.

Bestände bilden.

Empetrum nigrum L. in den Associationen: *Empetretum nigri alpinum*, *Empetretum nigri chamaemorosum*, *Empetretum nigri lichenosum* u. a. *Loiseleuria procumbens* (L.) Desv., siehe Hult (1887 pag. 177), *Dryas octopetala* L., siehe Hult (1898 pag. 158), Sernander (1899 pag. 14).

Betula nana (die kleinblättrige Form).

Arctostaphylos alpina (L.) Spreng.: *Arctostaphyletum alpinae*. Siehe Hult (1887 pag. 177).

Salix reticulata L. Association: *Salicetum reticulatae*.

Cassiope hypnoides (L.) Doss.; Siehe Hult (1887 pag. 196).

Keine Bestände bilden:

Arctostaphylos uva ursi (L.) Spreng., *Salix rotundifolia* Trautv.

Picea obovata Ledb., *Picea fennica* Rgl.?, *Betula tortuosa* Led. var. *Kusmischeffii* Rgl., *Betula nana* L., *Juniperus nana* Willd., *Vaccinium vitis idaea*.

Die spalierförmige Fichte oder Mattenfichte (Kihlman 1890; Schröter 1898 pag. 225), ist überall am Rande der Tundra und auf den Gebirgen der Halbinsel Kola Umptek, Lujawr-Urt verbreitet, wo sie 2—3—5 m. im Durchmesser zählende, am Erdboden liegende Matten bildet, welche z. T. von Moos und Flechten überwuchert werden. Östlich vom Weissen Meere wird sie von Schrenk (1848 pag. 275) am Kolwa-Flusse beschrieben und kommt auch in den Alpen vor. In systematischer Hinsicht gehören hierher auf Kola die *Picea obovata* Ledb., vielleicht auch die *Picea fennica* Rgl. Die Spalierbirke ist ebenfalls am Rande des Waldgebietes in der Tundra verbreitet und kommt in den offenen Pflanzenvereinen auf felsigem Boden vor. Ich fand sie auf felsigen Berggipfeln bei Waida Guba, bei Oserko und bei Ponoi. In systematischer Hinsicht scheint sie ein Bastard zwischen der *Betula tortuosa* var. *Kusmischeffii* und der *Betula nana* zu sein. Auch das Herbarium des Botanischen Institutes zu Helsingfors enthält solche hybride Spalierbirken, welche auf Kola gesammelt worden sind, wie z. B. aus Orlow, gesammelt von Kihlman.

IX. Die kriechenden Sträucher (Fig. 17).

Siehe Warming 1917 pag. 130, Drude 1913 pag. 67 (mit Kriechstamm oder Ausläufer wurzelnde Halbsträucher). In geschlossenen Pfanzenvereinen im Moose wachsend, keine Associationen bildend.

Vertreter: *Linnaea borealis* L., *Oxycoccus palustris* Pers., *Oxycoccus microcarpus* Turcz.

Ich habe schon oben auf die Schwierigkeiten hingewiesen, welche sich einer natürlichen Klassifizierung der Lebensformen nach rein epharmonischen Merkmalen entgegensetzen. Bevor wir es aber versuchen eine solche aufzustellen, wollen wir aber auf den Umstand hinweisen, dass von den ca. 40 Holzgewächsen der Halbinsel Kola, nur ganz wenige in mehreren Lebensformen auftreten. So kommen z. B. *Vaccinium Myrtillus*, *Vaccinium uliginosum*, *Cassiope tetragona*, *Phyllodoce taxifolia*, ja wir können sagen, fast alle zur Familie der *Ericaceae* gehörenden Holzgewächse nur in den Formen der Zwerg- und Spaliersträucher vor. Es ist nie beobachtet worden, dass z. B. *Vaccinium Myrtillus* die Lebensform der Bäume annimmt. Die Eigenschaft einen Zwergstrauch zu bilden, scheint bei ihm erblich fixiert zu sein, wie bei so vielen *Ericaceen*.

Anders verhält es sich mit *Picea* und *Betula tortuosa*, welche sowohl Bäume und Sträucher als auch Spaliersträucher bilden, und bei welchen diese Lebensformen epharmonisch bedingt zu sein scheinen.

Bei näherer Betrachtung bemerken wir aber, dass gerade diese beiden Arten im Norden aus mehreren Rassen bestehen, und nicht unwahrscheinlich ist es, dass ihre verschiedenen Lebenformen wenigstens z. T. verschiedenen Rassen entsprechen. Zu auffallend ist es doch, dass die in systematischer Hinsicht einfachen Arten, wie die *Ericaceen*, oder von den Coniferen — *Pinus lapponica* Fr., in wenig Lebensformen auftreten, und dass die Spalierbirke ein Bastard zu sein scheint.

Auf Grund des hier dargelegten wollen wir unterscheiden:

I. Erblich fixierte Lebensformen, wie z. B. die meisten Zwerg- und Spaliersträucher: *Vaccinium*-Arten, *Ledum*, *Andromeda*, *Cassiope*, *Empetrum*, *Phyllodoce*, *Cassandra*, *Calluna*. Hochgebüsche: *Salix*-Arten, *Lonicera*, *Ribes*.

II. Rein epharmonisch bedingte Lebensformen, zu welchen folgende gehören:

1) Windformen: Fahnenfichte.

2) Wind- und Kälteform: Tischbirke, Tischfichte, Tischwachholder.

3) Kälteform: Fichte mit Kegelstamm.

4) Licht- resp. Beleuchtungs- und Kälteformen: Cylinderfichte; Obstbaumform der Birke.

5) Lichtformen: Pinienform der Kiefer.

6) Schatten(Wald)formen: Pyramidenfichte, Waldform der Birke.

7) Feuchtigkeitsformen: Moorfichte, Moorkiefer, Moorbirke.

Aber auch bei diesen epharmonisch bedingten Lebensformen ist eine Beeinflussung durch die genotypische Konstitution nicht ausgeschlossen. Wir wissen ja nicht, ob z. B. alle Birkenrassen, oder nur die *Betula tortuosa* var. *Kusmischeffii* bei entsprechenden Standortsbedingungen die Wind- und Kälteform einer Tischbirke annehmen, oder ob die Strauchform der Birke rein epharmonisch bedingt ist, oder nicht. Morgenthaler (1915 pag. 502) sagt ja, dass in der Schweiz „die alpin knorrigen Birken, die mehr oder weniger stark durch *Betula verrucosa* beeinflussten Überreste der früher wahrscheinlich weiter verbreiteten reinsten *Betula pubescens*, der *Betula pubescens*-Rasse *tortuosa* Led sind". Dies scheint auch unsere Annahme einer genotypischen Beeinflussung der Lebensform zu stützen.

Wir wissen noch zu wenig über die Natur der Lebensformen, müssen aber bemerken, dass hier sicher, ausser der Epharmose, noch die genotypische Struktur eine Rolle spielt, ja dass die Lebensform ein Produkt aus diesen zwei Faktoren darstellt, und dass es durchaus falsch ist, sie ausschliesslich durch den Einfluss äusserer Bedingungen erklären zu wollen.

Endgültig lässt sich diese Frage allerdings nur auf experimentellem Wege lösen, was jedoch in Bezug auf die Holzgewächse nicht so leicht ist.

Gehen wir nun zur Verbreitung der Lebensformen auf Kola über, so sehen wir dass in Waldgebiete die Nadelbäume vorherrschen, während die polare und Baumgrenze von der Form der Laubbäume gebildet wird, zu der stellenweise in grosser Menge gewisse laubabwerfende Hochgebüsche treten.

Die Bodenvegetation der Wälder, Heiden, und teilweise auch der Moore, besteht vor allem aus den Formen der Zwergsträucher. Reiher an Arten, ja wir können sogar sagen, reicher an Zahl, sind die Zwergsträucher mit Ausläufern (*Vaccinium*-Arten, *Andromeda*). Ungemein verbreitet ist auch ein Vertreter der Spaliersträucher — *Empetrum nigrum*, während die übrigen, *Arctostaphylos uva ursi* und And. *alpina* ausgenommen, fehlen.

Nördlich von der polaren Waldgrenze, im Gebiete der Tundra, sind es vor allem die Formen der Spaliersträucher und Zwergsträucher, welche für die Landschaft charakteristisch sind. Von Zwergsträuchern ohne Ausläufern ist hier in erster Linie *Betula nana* zu nennen, während die Zwergsträucher mit Ausläufern durch mehrere, reichlich vorkommende Arten, vertreten sind. Laubabwerfende Hochbüsche, Licht- und Kälteformen der Laub- und Nadelhölzer sind für die Waldinseln bezeichnend, auf welchen wir die Obstbaumform der Birke und die Fichte mit kegelförmigem Stamme treffen, und auf dem Plateaux, näher zur Küste hin, sehen wir in grosser Menge Tischbirken als ausgeprägte Wind- und Kälteform wachsen.

Ich habe in einer früheren Arbeit (Regel 1921) eine Aufzählung der Associationen von einem Teile von *Lapponia Varsugae* gegeben. Ich habe dabei darauf hingewiesen, dass möglicherweise einige von den dort erwähnten Associationen sich als Associationskomplexe erweisen dürften. Bei genauerem Studium der Pfanzenvereine zeigt es sich, dass die Feldschicht in den Wäldern ganz unabhängig von der Zusammensetzung der I und II Waldetage (Bäume) wechseln kann. Man kann häufig beobachten, dass sogar bei gleicher Dichte des Baumbestandis im Piceťum, in der Feldschicht bald *Vaccinium Myrtillus*, bald *Empetrum nigrum* dominiert. In den Buchenwäldern Deutschlands [1]) (Association *Fagetum silvaticae*) sehen wir oft einen *Vaccinium Myrtillus* Bestand die Feldschicht bilden, oder aber diese Feldschicht fehlt vollständig, und wir erblicken nur eine Bodenschicht aus dürrem Laub. Jenseits der polaren Waldgrenze, im Gebiete der Tundra, sehen wir wieder *Vaccinium Myrtillus*-Bestände, *Empetrum nigrum* bildet hier selbständige Associationen, so dass wir hier von einem *Vaccinietum Myrtilli* oder *Empetretum nigri* sprechen können, welche z. B. an Abhängen des Flusstales beim Dorfe Ponoi, oder aber an den Bergabhängen der Murmanschen Küste zu den häufigsten Associationen gehören [2]).

Auffallend ist es nun, dass diese Associationen genau mit der Feldschicht der Fichtenwälder des Waldgebiets übereinstimmen. Fassen wir nun diese Feldschicht als selbständige Association auf,

1) z. B. in der Umgegend von Würzburg in Bayern.

2) Genauere Aufzeichnungen werde ich in einer späteren Arbeit veröffentlichen.

die Bäume des Waldes aber als eine andere, so können wir feststellen, dass der Associationskomplex des Fichtenwaldes aus den Associationen *Picetum fennicae* + Association *Vaccinietum Myrtilli* + Association *Empetretum nigri* zu betrachten ist. Ebenso wäre der Buchenwald ein Associationskomplex, bestehend aus den Associationen: *Fagetum silvaticae* + *Vaccinietum Myrtilli* + trockenes Laub mit den darin befindlichen Mikroorganismen. Ein *Pinetum empetroso-cladoniosum* oder *callunoso-cladoniosum*, wie sie häufig in Lappland vorkommen (Regel 1921) würde sich in die Association *Pinetum lapponicae* + *Empetretum nigri* + *Cladonietum*, resp. *Pinetum lapponicae* + *Callunetum vulgaris* + *Cladonietum* auflösen lassen.

Gehen wir jetzt nochmals zum waldlosen Gebiete über, so sehen wir, dass hier die gleichen Associationskomplexe verbreitet sind, nur die Associationen der Bäume fehlen. Vom Associationskomplexe des Waldgebietes: *Picetum fennicae* + *Vaccinietum Myrtilli* + *Empetretum nigri*, haben wir nur das *Vaccinietum Myrtilli* und das *Empetretum nigri*, vom Associationskomplexe *Picetum lapponicae* + *Empetretum nigri* + *Cladonietum* — die Associationen *Empetretum nigri* und *Cladonietum*. Mit anderen Worten: nördlich von der polaren Waldgrenze tritt die Lebensform der Bäume nicht mehr associationsbildend auf, während die aus Zwergsträuchern bestehenden Associationen der Feldschicht noch bedeutend weiter nach Norden, ja sogar an der Küste des Eismeers weit verbreitet sind. So weit die polare Baumgrenze reicht, — baumförmige Birken wachsen ja überall an geschützten Stellen der Murmanküste, — soweit reichen auch auf Kola die aus Zwergsträuchern bestehenden Associationen. Die Analyse der Pflanzendecke und ihrer Lebensformen zeigt uns, dass sich die baumlose Murman-Küste ausserhalb der Waldgrenze, jedoch noch innerhalb der Baumgrenze befindet. Wo die Bäume ihre klimatische Grenze, was durch das Vorkommen von Kälteformen (kegelförmige Fichte, Obstbaumform der Birke) bezeichnet wird, erreichen, ist die Feldschicht mit ihren Zwergsträuchern noch wohl entwickelt[1]). Auf Novaja Semlja, in der eigentlichen Arktis, treten die Zwergsträucher fast ganz zurück, sie bilden hier keine Associationen mehr, andere Lebensformen, die nicht zu den Holzgewächsen zählen, sind

1) Die *Cassiope tetragona* Bestände von Grönland fehlen dem europäischen Waldgebiet.

hier charakteristisch — und wir treffen in diesen Gegenden keine Bäume, denn Nowaja Semlja liegt nördlich von der polaren Baumgrenze. Zu gleichem Resultat kommt Rübel (1911) in den Alpen, wenn er sagt, dass die Formationsgruppe der Zwergsträucher und Spaliersträucher die Baumgrenze im Gebirge angibt. Paralell zu den Zwergsträuchern geht auf Kola nur ein Spalierstrauch — *Empetrum nigrum*, die übrigen wie *Loiseleuria procumbens*, *Cassiope hypnoides* und *Dryas octopetala* treten erst im baumlosen Gebiet auf.

Ich kann mich hier nicht ausführlicher über diese Frage, insbesondere über den allmählichen Übergang vom Walde zur Tundra, aussprechen, bevor ich nicht meine sämtlichen Aufzeichnungen von Kola veröffentlicht habe, hoffe aber nichtdestoweniger einige schwebende Punkte über das Verhältnis von Baum- und Waldgrenze und den Charakter der Pflanzendecke daselbst, aufgeklärt zu haben.

Verzeichnis der benutzten Literatur.

Berg, F. Einige Spielarten der Fichte. Schriften herausgegeben von der Naturforschergesellschaft bei der Universität Dorpat. II. 1887.

Birger, S. Vegetationen och floran i Pajala socken med Muonio kapellag i arktiska Norrbotten. Arkiv för Botanik. 3. 1904.

Brockmann-Jerosch, H. Baumgrenze und Klimacharakter. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Pflanzengeographischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. № 6. 1919.

Caspary, R. Die Krummfichte. eine markkranke Form. Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. XV. 1874.

Engler, Arnold. Die Spitzfichten, ihre Entstehung und forstliche Bedeutung. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. 54. 1903. Zitiert nach Ber. Schweiz. Botan.-Gesellschaft. XIV. 1904.

Heering, W. Bäume und Sträucher Schleswig-Holsteins. Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein. XII. 1906.

Hult, R. Die alpinen Pflanzenformationen des nördlichsten Finnlands. Meddelanden af. Soc. pro Fauna und Flora Fennica. 14. 1887.

Hult, R. Vätgeografiska anteckningar från den Finska Lappmarkens skogsregioner. Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica. 16. 1898.

Kihlman, A. O. Pflanzenbiologische Studien aus Russisch-Lappland. Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica. IV. 1890.

Lindman, C. A. Några bidrag till frågan: buske eller träd? Svenska Vetenskaps Akademiens Årsbok. 1914.

Morgenthaler. Beiträge zur Kenntnis des Formenkreises der Sammelart *Betula alba* L. mit Variationsstatistischer Analyse der Phaenotypen. Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. Zürich. 60. 1915.

Pohle, R. (Поле, Р.). Предварительный отчетъ о путешествiи въ озерную область Архангельской губернiи. 1911 г. Извѣстiя СПБ. Ботан. Сада. XII. 1912. (Vorläufiger Bericht über eine Reise in das Seengebiet der Provinz Archangel (1911). Bull. Jard. Impér. Botan. de St. Pétersbourg. Tome XII. 1912.

Raunkiaer, C. Om Bladstørrelsens Anvendelse i den biologiske Plantegeografi. Botanisk Tidsskrift. 34. 1916.

Regel, K. Zur Kenntnis des Baumwuchses an der polaren Waldgrenze. Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft an der Universität Dorpat. XXIV. 1920 (1915).

Regel, K. Die Pflanzendecke der Halbinsel Kola. Lapponia-Varsugae I. Das Flussgebiet der Warsuga und der ober Ponoi. Diss. Würzburg 1921.

Rübel, E. Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. Leipzig 1911.

Schrenk, A. v. Reise nach dem Nordosten des europäischen Russlands durch die Tundren der Samojeden zum Arktischen Uralgebirge. I; II. 1848 und 1854.

Schröter, C. Über die Vielgestaltigkeit der Fichte. Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 43. 1898.

Schübeler, F. Norges Vaextrige. Et Bidrag till Nordeuropas Natur-og Culturhistorie. I Bind. 1885—86.

Sernander, R. Studier öfver Vegetationen i mellersta Skandinaviens fjälltrakter. 2. Fjällväxter i barrskogsregionen. Bihang till Kgl. svenska Vet.-Akad. Handlingar. 24. Afd. III. № 11. 1899.

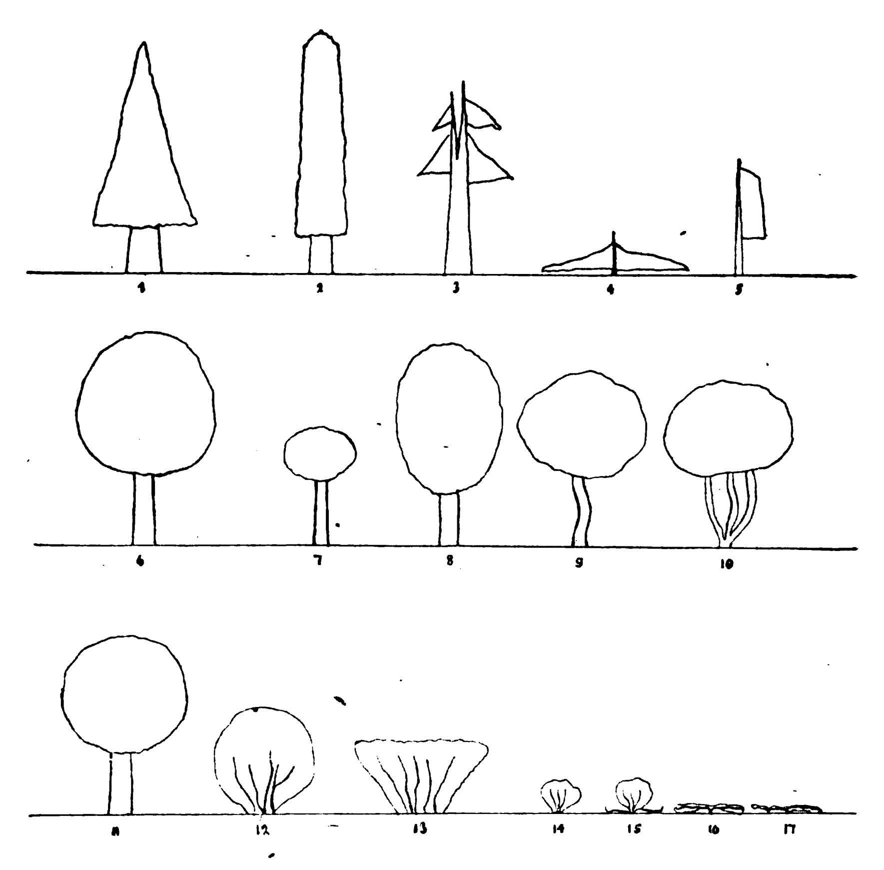
Sylvén, N. Studier öfver Vegetatiouen i Torne Lappmarks björkregion. Arkiv för Botanik. 3. 1904.

Tanfiljef, G. (Танфильевъ). Предѣлы лѣсовъ въ полярной Россiи. Одесса 1911. (Die polare Grenze des Waldes in Russland. Odessa 1911).

Tengvall, T. Å. Jakttagelser över fjällbjörkskogens övre begränsning och ekologi i Sveriges nordliga Lappmarker. Svensk botanisk Tidskrift. 12. 1918.

Warming, E. Dansk plantevaext. Skovene. Botanisk tidsskrift. 35. 1917.

Wiesner, J. Der Lichtgenuss der Pflanzen. Leipzig 1907.



Erläuterungen zu den Figuren.

Die Figuren sind ganz schematisch gehalten und wollen nur eine ungefähre Vorstellung von der Gestalt der Holzgewächse an der polaren Wald- und Baumgrenze geben.

Fig. 1. Pyramidenfichte.
Fig. 2. Cylinderfichte.
Fig. 3. Fichte mit Kegelstamm.
Fig. 4. Moorfichte.
Fig. 5. Fahnenfichte.
Fig. 6. Pinienform der Kiefer.
Fig. 7. Moorkiefer.
Fig. 8. Laubbaum, Waldform.
Fig. 9 Obstbaumform.
Fig. 10. Obstbaumform, mehrstämmig.
Fig. 11. Moorform der Birke.
Fig. 12. Strauchförmige Birke.
Fig. 13. Tischförmige Birke.
Fig. 14. Zwergstrauch ohne Ausläufer.
Fig. 15. Zwergstrauch mit Ausläufer.
Fig. 16. Spalierstrauch.
Fig. 17. Kriechender Strauch.